

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09162164 A**

(43) Date of publication of application: **20.06.97**

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065

H01L 21/3213

H01L 21/3205

(21) Application number: **07315072**

(22) Date of filing: **04.12.95**

(71) Applicant: **FUJITSU LTD FUJITSU VLSI LTD**

(72) Inventor: **MIHARA SATOSHI
KOMADA DAISUKE**

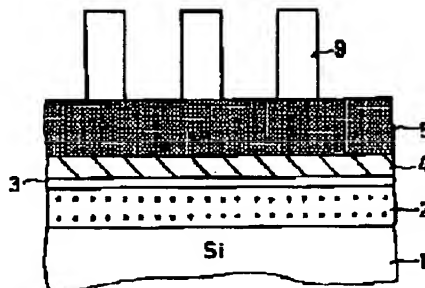
(54) DRY ETCHING METHOD

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a method for dry etching even Al or Al alloy, TiN and Ti at high etching rate while sustaining a high selection ratio with respect to an underlying oxide or resist by providing a simple means for varying the ratio of constitutive components of etching gas.

SOLUTION: At the time of dry etching a laminate of Ti 3, TiN 4 and Al-Cu-Ti 5 using a mixture gas of HBr+N₂, step etching is employed wherein the content of N₂ gas in the mixture gas of HBr+N₂ is set between 0-10% for etching the Al-Cu-Ti 5 and increased to 10-20% for etching the Ti 3 and TiN 4.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-162164

(43) 公開日 平成9年(1997) 6月20日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/3065		H 0 1 L 21/302	G
	21/3213			F
	21/3205		21/88	D
				R
				N
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)				

(21) 出願番号 特願平7-315072

(22) 出願日 平成7年(1995)12月4日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(71) 出願人 000237617

富士通ヴィエルエスアイ株式会社

愛知県春日井市高蔵寺町2丁目1844番2

(72) 発明者 三原 智

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72) 発明者 駒田 大輔

愛知県春日井市高蔵寺町二丁目1844番2 富
士通ヴィエルエスアイ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 柏谷 昭司 (外2名)

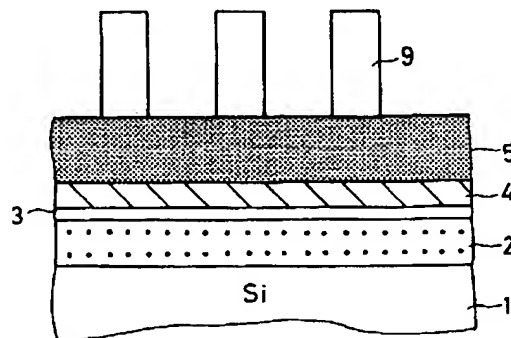
(54) 【発明の名称】 ドライ・エッチング方法

(57) 【要約】

【課題】 ドライ・エッチング方法に関し、エッチング・ガスを構成する成分の割合を変える旨の簡単な手段を採ることで、Al又はAl合金も、そして、TiN及びTiも、大きなエッチング・レートで、且つ、下地酸化膜やレジストに対して大きな選択比を維持してエッチングできるようにする。

【解決手段】 Ti膜3とTiN膜4とAl-Cu-Ti膜5とを積層した構造の積層体をHBr+N₂混合ガスを用いてドライ・エッチングする場合、Al-Cu-Ti膜5のエッチング時には、HBr-N₂混合ガスに於けるN₂ガスの含有量を0〔%〕を越え且つ10〔%〕未満に選択し、また、TiN膜及びTi膜のエッチング時には、HBr+N₂混合ガスに於けるN₂ガスの含有量を10〔%〕～20〔%〕に増加させてステップ・エッチングする。

工程要所に於ける半導体装置を表す要部切断側面図



- 1 : Si 基板
- 2 : PSG 膜
- 3 : Ti 膜
- 4 : TiN 膜
- 5 : Al-Cu-Ti 膜
- 9 : レジスト膜

【特許請求の範囲】

【請求項1】Ti膜とTiN膜とAl膜又はAl合金膜とを積層した構造の積層体をHBr+N₂混合ガスを用いてドライ・エッチングするに際し、

Al膜又はAl合金膜のエッチング時とTiN膜及びTi膜のエッチング時とで前記HBr+N₂混合ガスに於けるN₂ガスの含有量を変えてステップ・エッチングすることを特徴とするドライ・エッチング方法。

【請求項2】Al膜又はAl合金膜のエッチング時に於けるHBr+N₂混合ガスに於けるN₂ガスの含有量はガス総流量の0〔%〕を越え且つ10〔%〕未満であることを特徴とする請求項1記載のドライ・エッチング方法。

【請求項3】積層体は主配線となるべきAl膜又はAl合金膜及びその下側或いは下側と上側の両方にTiN膜及びTi膜が積層されてなることを特徴とする請求項1或いは2記載のドライ・エッチング方法。

【請求項4】ステップ・エッチングを同一の反応室内で実施することを特徴とする請求項1或いは2或いは3記載のドライ・エッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体集積回路を製造する場合、例えば配線を形成するのに用いて好適なドライ・エッチング方法に関する。

【0002】現在、半導体装置は高性能化、或いは微細化する為、種々な材料、種々な加工方法、種々な構成が採用され、それに付随して配線も多くの材料膜を積層した多層配線が採用されている。

【0003】その場合、種類を異にする材料膜を積層した多層膜をドライ・エッチングしなければならないが、設計通りの精密な微細パターンを得るには種々と難しい問題があり、本発明は、そのような問題を解決する一手段を提供することができる。

【0004】

【従来の技術】図2は従来の技術に依って形成される多層配線を説明する為の工程要所に於ける半導体装置を表す要部切断側面図である。

【0005】図に於いて、1はSi基板、2はPSG(phospho-silicate glass)膜、3はTi膜、4はTiN膜、5はAl-Cu-Ti膜、9はレジスト膜をそれぞれ示している。

【0006】従来、Al膜やAl合金膜、或いは、TiN膜やTi膜は、それぞれ塩素系のガス、又は、それを主成分とする混合ガスを用いて1ステップでエッチングするか、或いはHBr、又は、HBrを主成分とする混合ガスを用いて1ステップでエッチングしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】一般に、図2に見られるような構造の多層配線に於いて、特にTiN膜は成膜

時に於ける条件の如何に依って、膜質のバラツキ、即ち、密度のバラツキが大きいものになってしまう。

【0008】例えば、密度が疎になった場合、酸素が膜内の深いところにまで入り込み、また、密度が密になった場合、表面のみがTiONなど、エッチングされ難い膜になってしまい、エッチング・レート、面内分布などのエッチング特性が不安定になり易い。

【0009】図2に見られる構造の多層配線を前記した塩素系のガス、又は、それを主成分とする混合ガスを用いて1ステップでエッチングを行う場合、エッチング・レートが比較的大きいので、その点の問題は少ないが、レジストや下地酸化膜などに対する選択比が極めて低い。

【0010】そこで、レジスト膜を厚く形成し、エッチングが終了するまでマスクの機能を保つようにすることが行われているが、そのような手段をとった場合、種々な欠点が現れる。

【0011】即ち、レジストが厚くなった場合、レジスト・パターニング時の露光時間が増加したり、解像度が低下してレジスト膜を微細パターン化することが困難であったり、アッシング時間が増加してスルー・プットが低下する旨の問題が起り、そして、塩素系のガス又はそれを主成分とする混合ガスを用いたエッチングに於いては、オーバ・エッチングに依る下地酸化膜の膜減りなどの問題が起る。

【0012】これに対し、HBr、又は、それを主成分とする混合ガスを用いて1ステップでエッチングを行う場合、レジストや下地酸化膜などに対する選択比が極めて高い旨の利点がある。

【0013】然しながら、特にTiNやTiに対するエッチング・レートが小さく、又、エッチング遅れが大きい、即ち、表面に自然酸化膜が生成されることに起因して、エッチング装置内にプラズマが生成されても、直ぐにはエッチングが進行しない旨の問題があり、スルー・プットは低いものになってしまう。

【0014】HBr又はHBrを主成分とする混合ガスでAl或いはAl合金をエッチングし、塩素系のガス又はそれを主成分とする混合ガスでTiN或いはTiをエッチングすることもできるが、エッチング装置として、2チャンバを備えるものが必要であり、また、塩素系又はそれを主成分とする混合ガスに依ってエッチングが終了しているAl又はAl合金からなる配線の側壁がエッチングされてアング・カットが入ってしまう。

【0015】本発明では、エッチング・ガスを構成する成分の割合を変える旨の簡単な手段を採ることで、Al又はAl合金も、そして、TiN及びTiも、大きなエッチング・レートで、且つ、下地酸化膜やレジストに対して大きな選択比を維持してエッチングできるようにする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明者は、臭素系ガスを主体とするエッチング・ガスを用いたドライ・エッチングについて、数多くの実験を行い、HBr+N₂混合ガスに依るドライ・エッチングでは、HBrガスに対してN₂ガスを漫然と混合したのでは良い結果は得られず、混合量をある範囲に設定することで注目すべき利点が見出され、これを開示した（要すれば「特願平7-200607号」を参照）。

【0017】その後、更に実験を継続していたが、エッチング・ガスであるHBr+N₂混合ガスに於けるN₂ガスの含有率を変えてステップ・エッチングを行うことで、前記「発明が解決しようとする課題」の項で記述した問題点は勿論のこと、他の多くの問題が解消されることが判った。

【0018】即ち、Al又はAl合金のエッチング時とTiN及びTiのエッチング時とでHBrガスへのN₂ガス添加量を変えてステップ・エッチングを行うことで好結果が得られる。

【0019】Al又はAl合金のエッチングに於いて、エッジが切り立った垂直形状となるN₂ガスの含有量は10〔%〕未満である。但し、N₂ガスの含有量を0〔%〕にすることは不可である。

【0020】また、TiN及びTiのエッチングに於いて、N₂ガスの含有量を10〔%〕～20〔%〕に増加させることによってエッチング・レートを増大させることができるので、スルー・プットは向上する。

【0021】前記したように、TiNは成膜時の条件に依って密度のバラツキが大きく、その密度が疎である場合には、酸素が入り込んでTiONなどのエッチングし難い被膜になり易い。

【0022】本発明の方法に依れば、HBr+N₂混合ガスに於けるN₂ガスの含有量を増加させ、前記したように酸化されたTiN膜を還元しながらエッチングすることによって、不均一、即ち、密度が疎なTiN膜にも対応できるように、且つ、エッチング・レートも増大させることができるようにしている。

【0023】前記したところから、本発明に依るドライ・エッチング方法に於いては、

(1) Ti膜（例えばTi膜3）とTiN膜（例えばTiN膜4）とAl膜又はAl合金膜（例えばAl-Cu-Ti膜5）とを積層した構造の積層体をHBr+N₂

エッチング条件

HBr	142.5〔sccm〕
N ₂	7.5〔sccm〕
高周波パワー	600〔W〕
圧力	50〔mTorr〕
恒温槽温度	80〔℃〕（基板温度 約100〔℃〕）

【0033】

測定されたエッチング特性

Al-Cu-Tiエッチング・レート 6500〔Å/分〕±7〔%〕

混合ガスを用いてドライ・エッチングするに際し、Al膜又はAl合金膜のエッチング時とTiN膜及びTi膜のエッチング時とで前記HBr+N₂混合ガスに於けるN₂ガスの含有量を変えてステップ・エッチングすることを特徴とするか、或いは、

【0024】(2) 前記(1)に於いて、Al膜又はAl合金膜のエッチング時に於けるHBr+N₂混合ガスに於けるN₂ガスの含有量はガス総流量の0〔%〕を越え且つ10〔%〕未満であることを特徴とするか、或いは、

【0025】(3) 前記(1)或いは(2)に於いて、積層体は主配線となるべきAl膜又はAl合金膜及びその下側或いは下側と上側の両方にTiN膜及びTi膜が積層されてなることを特徴とするか、或いは、

【0026】(4) 前記(1)或いは(2)或いは(3)に於いて、ステップ・エッチングを同一の反応室（例えば反応室11）内で実施することを特徴とする。

【0027】本発明では、前記手段を採用することに依り、Al膜或いはAl合金膜からなる主配線のエッチングでは、設計された配線パターン通りの垂直形状が得られ、また、TiN膜及びTi膜のエッチングでは、エッチング・レートを高めることができるので、スルー・プットは向上する。

【0028】

【発明の実施の形態】図1は本発明を実施するのに用いた標準的な平行平板型RIE（reactive ion etching）装置を表す要部説明図である。

【0029】図に於いて、11は反応室、12はガス供給管、13は排気管、14は高周波電極、15は対向電極、16はHe供給口、17はHe排気口、18は静電チャック、19は直流電源、20は高周波電源、21は整合器、22は恒温槽、23はウエハをそれぞれ示している。

【0030】ここで、図1に見られるRIE装置を用いて行った従来の技術に依る実験で得られたデータを後に説明する本発明の実施例との比較例として掲げる。

【0031】第一比較例図2に見られる多層配線層、即ち、Al-Cu-Ti膜5/TiN膜4/Ti膜3/PSG膜2を下記の条件を適用して1ステップ・エッチングした。

【0032】

TiNエッチング・レート	1200 [Å/分] ±9 [%]
Al-Cu-Ti/レジスト	4.0
TiN/レジスト	1.2

【0034】前記データから判るように、HBr+N₂ (<10 [%]) では、選択比、即ち、Al-Cu-Ti/レジストは大きい、TiNのエッチング・レートは低い。

【0035】第二比較例

第一比較例で用いた試料と同じく、図2に見られる多層配線層、即ち、Al-Cu-Ti膜5/TiN膜4/Ti膜3/PSG膜2を下記の条件を適用して1ステップ・エッチングした。

【0036】エッチング条件

Cl ₂	40 [sccm]
BCl ₂	20 [sccm]
SiCl ₄	60 [sccm]
高周波パワー	500 [W]
圧力	100 [mTorr]
恒温槽温度	50 [°C]

【0037】

測定されたエッチング特性

Al-Cu-Tiエッチング・レート	4000 [Å/分] ±12 [%]
TiNエッチング・レート	3000 [Å/分] ±10 [%]
Al-Cu-Ti/レジスト	1.3
TiN/レジスト	1.0

【0038】前記データから判るように、塩素系ガスではTiNのエッチング・レートは大きい、選択比、即ち、Al-Cu-Ti/レジストが非常に小さい。

【0039】次に、前記比較例と同じく、図1に見られるRIE装置を用いて行った本発明の実施例について説明する。

【0040】第一実施例

図2に見られる多層配線層、即ち、Al-Cu-Ti膜5/TiN膜4/Ti膜3/PSG膜2を下記の条件を適用して2ステップ・エッチングした。

【0041】

エッチング条件

○ 第1ステップ (Al-Cu-Tiのエッチング)

HBr	142.5 [sccm]
N ₂	7.5 [sccm]
高周波パワー	600 [W]
圧力	50 [mTorr]
恒温槽温度	80 [°C] (基板温度 約100 [°C])

【0042】

○ 第2ステップ (TiN/Tiのエッチング)

HBr	127.5 [sccm]
N ₂	22.5 [sccm]
高周波パワー	600 [W]
圧力	50 [mTorr]
恒温槽温度	80 [°C] (基板温度 約100 [°C])

【0043】

測定されたエッチング特性

Al-Cu-Tiエッチング・レート	6500 [Å/分] ±7 [%]
TiNエッチング・レート	1700 [Å/分] ±8 [%]
Al-Cu-Ti/レジスト	4.0
TiN/レジスト	1.4

【0044】前記データから判るように、2ステップ・エッチングを行うことに依り、選択比、即ち、Al-Cu-Ti/レジストを大きくすることができ、TiNのエッチング・レートも高めることができる。

第一実施例と同様、図2に見られる多層配線層、即ち、Al-Cu-Ti膜5/TiN膜4/Ti膜3/PSG膜2を下記の条件を適用して2ステップ・エッチングした。

【0045】第二実施例

【0046】

エッチング条件

○ 第1ステップ (Al-Cu-Tiのエッチング)

HBr	142.5 [sccm]
N ₂	7.5 [sccm]
高周波パワー	600 [W]
圧力	50 [mTorr]
恒温槽温度	80 [°C] (基板温度 約100 [°C])

【0047】

○ 第2ステップ (TiN/Tiのエッチング)

HBr	127.5 [sccm]
N ₂	22.5 [sccm]
高周波パワー	700 [W]
圧力	50 [mTorr]
恒温槽温度	80 [°C] (基板温度 約100 [°C])

【0048】

測定されたエッチング特性

Al-Cu-Tiエッチング・レート	6500 [Å/分] ± 7 [%]
TiNエッチング・レート	2000 [Å/分] ± 9 [%]
Al-Cu-Ti/レジスト	4.0
TiN/レジスト	1.5

【0049】前記データから判るように、第一実施例の条件に於いて、TiNのエッチング時に高周波パワーを大きくするだけで、Al-Cu-Ti/レジストについて、大きな選択比を維持したままTiNのエッチング・レートを大きくすることが可能である。

【0050】前記実施例からすると、本発明は、Al膜又はAl合金膜とTiN膜及びTi膜とを積層してなる積層体のエッチングを行って多層配線を形成する際に特に有効であることが理解されよう。

【0051】本発明は、前記実施例に限られず、他に多くの改変を実現することができ、例えば、前記実施例では、主配線の材料として、Al-Cu-Tiを採用したが、これは純Al、Al-Cu、Al-Si、Al-Si-Cuなどの材料を用いた場合にも同様な効果を得ることができる。

【0052】また、本発明のドライ・エッチング方法が対象とする積層体の構造としては、Al膜又はAl合金膜からなる主配線の下側にTiN膜及びTi膜を形成された構造のみならず、下側及び上側の両方にTiN膜及びTi膜が形成されている場合にも有効である。

【0053】更にまた、平行平板型RIE装置を用いたエッチングについて説明したが、ECR (electron cyclotron resonance)、マグネトロンRIE、誘導結合性プラズマ (inductive coupling plasma: ICP)、TCP (Lam RESEARCH社)、ヘリコン波プラズマなどの装置を用いた高密度プラズマ・エッチングを実施しても良い。尚、平行平板型RIE装置を用いたエッチングでは、ウエハ23を高周波電極14上に固定したが、ECRやICPなどでは、バイアス電極である基板ステージに固定する。

【0054】

【発明の効果】本発明に依るドライ・エッチング方法に於いては、Ti膜とTiN膜とAl膜又はAl合金膜とを積層した構造の積層体をHBr+N₂混合ガスを用いてドライ・エッチングするに際し、Al膜又はAl合金膜のエッチング時とTiN膜及びTi膜のエッチング時とでN₂ガスの含有量を変えてステップ・エッチングする。

【0055】本発明では、前記構成を採ることに依り、Al膜或いはAl合金膜からなる主配線のエッチングでは、設計された配線パターンどうりの垂直形状が得られ、また、TiN膜及びTi膜のエッチングでは、エッチング・レートを高めることができるので、スルー・プットは向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するのに用いた標準的な平行平板型RIE装置を表す要部説明図である。

【図2】従来の技術に依って形成される多層配線を説明する為の工程要所に於ける半導体装置を表す要部切断側面図である。

【符号の説明】

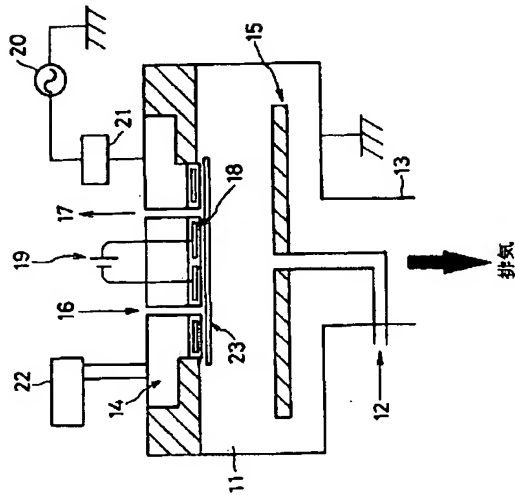
- 1 Si基板
- 2 PSG膜
- 3 Ti膜
- 4 TiN膜
- 5 Al-Cu-Ti膜
- 9 レジスト膜
- 11 反応室
- 12 ガス供給管
- 13 排気管
- 14 高周波電極
- 15 対向電極
- 16 He供給口

- 17 He排気口
18 静電チャック
19 直流電源
20 高周波電源

- 21 整合器
22 恒温槽
23 ウエハ

【図1】

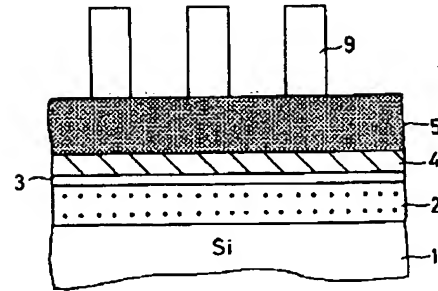
標準的な平行平板型RIE装置を表す要部説明図



- 11:反応室
12:ガス供給管
13:排気管
14:高周波電源
15:He排気口
16:高周波電源
17:He排気口
18:静電チャック
19:直流電源
20:高周波電源
21:整合器
22:恒温槽
23:ウエハ

【図2】

工程要素に於ける半導体装置を表す要部切断側面図



- 1: Si基板
2: PSG膜
3: Ti膜
4: TiN膜
5: Al-Cu-Ti膜
9: レジスト膜